#### PROCESS FOR PREPARING MICROMECHANICAL COMPONENTS HAVING FREE-STANDING MICROSTRUCTURES OR MEMBRANES

Publication number: EP0793736

Publication date: 1997-09-10

Inventor: KIRSTEN MARIO (DE); LANGE PETER (DE); WENK BEATRICE (DE); RIETHMUELLER WERNER (DE)

BEATRICE (DE); RIETHMUELLER WERNER (DE

Applicant: FRAUNHOFER GES FORSCHUNG (DE)

Classification:

- international: B81C1/00; C23C16/24; C23C16/52; H01L21/205;

B81C1/00; C23C16/22; C23C16/52; H01L21/02; (IPC1-

7): C23C16/44; C23C16/24

- European: C23C16/24; C23C16/52; H01L21/205

Application number: EP19950936968 19951121

Priority number(s): WO1995DE01650 19951121; DE19944441541

19941122; DE19944445177 19941217

Also published as:

WO9616203 (A1) EP0793736 (A0) EP0793736 (B1)

Report a data error here

Abstract not available for EP0793736

Abstract of corresponding document: W09616203

The invention concerns a process for preparing micromechanical components having free-standing microstructures or membranes which are under a predetermined mechanical stress. According to the process a sacrificial layer is first applied to a substrate, a polysilicon layer is applied to the sacrificial layer by vapour phase deposition, and finally at least part of the sacrificial layer is removed again. The process is distinguished in that the type of layer stress on the polysilicon layer depends on the processing pressure selected during deposition, the amount of layer stress being adjusted by the process temperature selected. The process pressure in each case is above the pressure range set for low pressure chemical vapour deposition reactors. In this way free-standing structures can in particular be produced such that they can be reproduced with specific tensile stress.

Data supplied from the esp@cenet database - Worldwide

# WELTORGANISATION FÜR GEISTIGES EIGENTUM

Internationales Büro INTERNATIONALE ANMELDUNG VERÖFFENTLICHT NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE

INTERNATIONALE ZUSAMMENARI	BEIT .	AUF DEM GEBIET DES PATENTWESEN	(PCT)	
(51) Internationale Patentklassifikation <sup>6</sup> :		(11) Internationale Veröffentlichungmunmer:	WO 96/16203	
C23C 16/44, 16/24	A1	(42) Tota-mationalism		

(43) Internationales Veröffentlichungsdatum:

30. Mai 1996 (30.05.96)

PCT/DE95/01650 (21) Internationales Aktenzeichen:

(22) Internationales Anmeldedatum: 21. November 1995

(21.11.95)

(81) Bestimmungsstaaten: JP, US, europäisches Patent (AT, BE, CH, DE, DK, ES, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE).

(30) Prioritätsdaten:

22. November 1994 (22.11.94) DE P 44 41 541.9 P 44 45 177.6 17. December 1994 (17.12.94)

(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten ausser US):

FRAUNHOFER-GESELLSCHAFT ZUR FÖRDERUNG DER ANGEWANDTEN FORSCHUNG E.V. [DE/DE]; Leonrodstrasse 54, D-80636 München (DE).

(72) Exfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): KIRSTEN, Mario [DE/DE]; Bahnhofstrasse 101, D-14480 Potsdam (DE), LANGE, Peter [DE/DE]; Hagelberger Strasse 12, D-10965 Berlin (DE). WENK, Beatrice [DE/DE]; Veitstrasse 41, D-13507 Berlin (DE). RIETHMÜLLER, Werner [DE/DE]; Wilhelmshavener Strasse 24, D-10551 Berlin (DE).

Veröffentlicht

Mit internationalem Recherchenbericht.

(54) Title: PROCESS FOR PREPARING MICROMECHANICAL COMPONENTS HAVING FREE-STANDING MICROSTRUCTURES OR MEMBRANES

(54) Bezeichnung: VERFAHREN ZUR HERSTELLUNG MIKROMECHANISCHER BAUELEMENTE MIT FREISTEHENDEN MIKROSTRUKTUREN ODER MEMBRANEN

#### (57) Abstract

The invention concerns a process for preparing micromechanical components having free-standing microstructures or membranes which are under a predetermined mechanical stress. According to the process a sacrificial layer is first applied to a substrate, a polysilicon layer is applied to the sacrificial layer by vapour phase deposition, and finally at least part of the sacrificial layer is removed again. The process is distinguished in that the type of layer stress on the polysilicon layer depends on the processing pressure selected during deposition, the amount of layer stress being adjusted by the process temperature selected. The process pressure in each case is above the pressure range set for low pressure chemical vapour deposition reactors. In this way free-standing structures can in particular be produced such that they can be reproduced with specific tensile stress.

#### (57) Zusammentussung

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Herstellung mikromechanischer Bauelemente mit freistehenden Mikrostrukturen oder Membranen, die unter einer vorgebbaren mechanischen Spannung stehen. Bei dem Verfahren wird zunächst eine Opferschicht auf ein Substrat aufgebracht, auf der Opferschicht eine Polysiliziumschicht mittels Gasphasenabscheidung abgeschieden und schließlich die Opferschicht zumindest teilweise wieder entfernt. Das Verfahren zeichnet sich dadurch aus, daß die Art der Schichtspannung der Polysiliziumschicht durch die Wahl des Prozeschucks bei der Abscheidung, der Betrag der Schichtspannung durch die Wahl der Prozeßtemperatur eingestellt wird. Der Prozeßdruck liegt dabei jeweils über dem für LPCVD-Reaktoren eingesetzten Druckbereich. Auf diese Weise lassen sich insbesondere freistehende Strukturen mit definierter Zugspannung reproduzierbar erzeugen.

# LEDIGLICH ZUR INFORMATION

Codes zur Identifizierung von PCT-Vertragsstaaten auf den Kopfbögen der Schriften, die internationale Anmeldungen gemäss dem PCT veröffentlichen.

AT	Osterroich	GA	Gabon	MR	Mauretanien
AU	Australien	GB	Vereinigtes Königreich	MW	Malawi
BB	Barbarios.	GE	Georgien	NE	Niger
BE	Belgien	GN	Guinea	NL	Niederlande
BF	Burkina Faso	GR	Griechenland	NO	Norwegen
BG	Bulgarien	HU	Ungara	NZ	Neusceland
N	Benin	Œ	Irland	PL	Polen
BR	Brasilien	lT.	Italien	Pī	Portugal
BY	Belanus	JP	Japan	RO	Rumanien
CA	Kanada	KE.	Kenya	RU	Russische Föderation
CF	Zentrale Afrikanische Republik	KG	Kirgisistan	<b>81</b> D	Sudan
CG	Kongo	KP	Demokratische Volksrepublik Korea	SE	Schwaden
CH	Schweiz	KR	Republik Korea	ŠI	Slowenien
CI	Côte d'Ivoire	KZ	Kasachetan	SK	Slowakei
CM	Kamerun	Li	Liechtenstein	SN	Senegal
CN	China	LK	Sri Lanka	TD	Tschad
CS	Tachechoslowakei	LŲ	Luxemburg	TG	Togo
CZ	Tschechische Republik	LV	Lettland	TJ	Tadschikistan
DE	Deutschland	MC	Monaco	TT	Trinidad und Tobago
DK	Dinemark	MD	Republik Moldau	UA	Ukraine
ES	Spanien	MG	Madagaskar	US	Vereinigte Staaten von Amerika
FI	Finnland	ML	Mali	UZ	Usbekistan
FR	Frankreich	MN	Mongolei	VN	Vietnam

# VERFAHREN ZUR HERSTELLUNG MIKROMECHANISCHER BAUELEMENTE MIT FREISTEHENDEN MIKROSTRUKTUREN ODER MEMBRANEN

#### BESCHREIBUNG

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Herstellung mikromechanischer Bauelemente mit freistehenden Mikrostrukturen oder Membranen, die unter einer vorgebbaren mechanischen Spannung stehen.

Neben der Volumenmikromechanik (bulk micromachining), bei der dreidimensionale Strukturen mittels anisotroper, selektiver Ätzlösungen aus einem Silizium-Wafer herausgeätzt werden, hat die sogenannte Oberflächenmikromechanik (surface micromachining) immer mehr an Bedeutung gewonnen. Mit dieser Technik können freistehende, bewegliche Mikrostrukturen auf einer Substratoberfläche hergestellt werden. Basis für diese Strukturen sind Sandwichsysteme aus verschiedenen Schichten, die selektiv zueinander geätzt werden können. Nach Strukturierung der oben liegenden Schicht (z.B. Polysilizium) wird die darunter liegende Opferschicht (z.B. Siliziumdioxid) naßchemisch entfernt, so daß freistehende, beispielsweise brücken- oder zungenförmige, Strukturen entstehen.

Als Material für diese mechanischen Strukturen wird hauptsächlich polykristallines Silizium (Polysilizium) eingesetzt. Die hierfür erforderlichen Schichtdicken der Polysiliziumschichten liegen im Bereich von einigen  $\mu$ m bis hin zu einigen 10  $\mu$ m.

Polysiliziumschichten finden auch in elektronischen Bauelementen Verwendung. In diesem Fall liegen die erforderlichen Schichtdicken maximal im Bereich von einigen 100 nm. Die Schichten werden in Niederdruck Chemical Vapor Deposition (LPCVD) Reaktoren abgeschieden. Die LPCVD-Reaktoren weisen jedoch relativ niedrige Schichtabscheideraten von ca. 20 nm/min auf. Die innerhalb akzeptabler Prozeßzeiten zu erreichende Schichtdicke ist daher in diesen Systemen auf etwa 2 μm beschränkt. Für Anwendungsfälle, in denen Schichtdicken bis zu einigen 10 μm erforderlich sind, ist dieses Abscheideverfahren demnach nicht geeignet.

Ein weiterer Nachteil der in diesen Systemen hergestellten Polysiliziumschichten ist die entstehende mechanische Spannung im Polysilizium. Die in der Mi-

2

kroelektronik standardmäßig verwendeten Prozeßtemperaturen liegen zwischen 630°C und 650°C. Bei diesen Temperaturen steht die abgeschiedene Polysiliziumschicht immer unter Druckspannung (vgl. z.B. H. Guckel et al., Tech. Digest, 4th Int. Conf. Solid-State Sensors and Actuators (Transducers 87), Tokyo, Japan, 2-5 June 1987, pp. 277). Für viele Anwendungsbereiche in der Mikromechanik sind jedoch Zugspannungen im Material erwünscht, da beispielsweise Membranen oder Brückenstrukturen im Fall von Druckspannungen Wölbungen ausbilden.

Ein bekanntes Verfahren zur Herstellung von Polysiliziumschichten mit Zugspannungen, wie dies in H. Guckel et al., 1988, Solid State Sensor & Actuator workshop, Hilton Head Island, SC, 6-9 June 1988m, pp. 96, dargestellt ist, besteht aus einer Abscheidung des Siliziums bei Temperaturen kleiner als 580°C. Bei diesen Temperaturen ist die abgeschiedene Schicht nicht polykristallin, sondern mehr oder weniger amorph. Eine nachfolgende Temperaturbehandlung bei 900°C führt zu einer Kristallisation. Die dabei erfolgende Umordnung der Siliziumatome ist mit einer Volumenkontraktion verbunden, die wiederum zu Zugspannungen im Material führt.

Findet jedoch nachfolgend eine Temperung bei Temperaturen oberhalb von 1000°C statt, so wandeln sich die Zugspannungen wieder in Druckspannungen um.

Ein weiteres Verfahren zur Steuerung der Schichtspannung im LPCVD Polysilizium ist in P. Krulevitch et al., Tech. Digest, 6th Int. Conf. Solid-State Sensors and Actuators (Transducers 91), San Francisco, 23-27 June 1991, pp. 949, beschrieben. Durch geeignete Wahl der Abscheidetemperatur wird in der Schicht eine Zugspannung (T ca. 605°C) oder eine Druckspannung (T>620°C) erzeugt.

Diverse Untersuchungen haben jedoch gezeigt, daß die mit den genannten Verfahren erzeugten Spannungswerte in der Polysiliziumschicht nur schlecht reproduzierbar sind. Zudem ist die innerhalb vertretbarer Prozeßzeiten erreichbare Schichtdicke auf ca. 2 µm begrenzt, so daß diese Verfahren für freistehende Strukturen, die Schichtdicken bis zu einigen 10 µm erfordern, nicht geeignet sind.

Aus T.I.Kamins et al., Thin Solid Films, 16, 147 (1973), ist ein Verfahren zur Herstellung dicker Polysiliziumschichten (1 - 15 μm) bekannt, bei dem das

3

Polysilizium mittels Gasphasenabscheidung (CVD) bei (im Vergleich zu LPCVD) erhöhtem Druck abgeschieden wird. Mit diesem Verfahren werden Abscheideraten von 60 - 500 nm/min erzielt, so daß Polysiliziumschichten mit einer Dicke von 15 µm hergesteilt werden können.

Es wird jedoch kein Hinweis darauf gegeben, in welcher Weise die Schichtspannungen der Polysiliziumschichten bei der Abscheidung beeinflußbar sind. Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es daher, ein Verfahren zur Herstellung mikromechanischer Bauelemente mit freistehenden Mikrostrukturen oder Membranen anzugeben, die unter einer vorgebbaren mechanischen Spannung stehen.

Die Aufgabe wird erfindungsgemäß mit den Merkmalen des Verfahrens nach Anspruch 1 gelöst. Besondere Ausgestaltungen und Weiterbildungen des Verfahrens sind Gegenstand der Unteransprüche.

Beim erfindungsgemäßen Verfahren wird das Polysilizium als Material für die freistehende Mikrostruktur oder Membran bei einem im Vergleich zum LPCVD-Verfahren erhöhten Prozeßdruck (z.B. 2,7-10<sup>3</sup> Pa oder Atmosphärendruck) abgeschieden. Durch geeignete Wahl des Prozeßdruckes kann die Art der Schichtspannung (d.h. Zug- oder Druckspannung) der Polysiliziumschicht, und damit der freistehenden Mikrostruktur oder Membran, eingestellt werden. Der Betrag der Schichtspannung wird durch die Wahl der Prozeßtemperatur bestimmt. So läßt sich beispielsweise bei einer Prozeßtemperatur von 1000°C mit einem Druck von 10,6·10<sup>3</sup> Pa eine Zugspannung mit einem Betrag von ca. 3 MPa erzeugen, während bei gleicher Prozeßtemperatur und Atmosphärendruck als Prozeßdruck eine Druckspannung in der Polysiliziumschicht erzeugt wird. Bei dem gleichen Prozeßdruck (z.B. 10,6·10<sup>3</sup> Pa) können durch die Wahl der Prozeßtemperatur unterschiedliche Beträge der Schichtspannung eingestellt werden, so z.B. 3MPa bei 1000°C gegenüber 7,5 MPa bei 940°C, wobei allgemein mit einer höheren Temperatur eine niedrigere Spannung erzeugt wird.

Mit dem erfindungsgemäßen Verfahren werden Abscheideraten von mehreren 100 nm/min erzielt, so daß in vorteilhafter Weise die Herstellung von dikken Polysiliziumschichten (= 10  $\mu$ m), durch die die freistehenden Strukturen oder Membranen gebildet werden, innerhalb vertretbarer Prozeßzeiten (< 20 min) ermöglicht wird.

4

Ein besonderer Vorteil des erfindungsgemäßen Verfahrens besteht darin, daß allein durch Variation der Abscheideparameter Druck und Temperatur der Betrag sowie die Art der Schichtspannung von Druckspannung bis Zugspannung reproduzierbar eingestellt werden kann. Damit lassen sich freistehende Mikrostrukturen oder Membranen mit vorgebbaren mechanischen Spannungen reproduzierbar herstellen.

Das Verfahren läßt sich zudem ohne Umrüstung in bereits bekannten Reaktoren durchführen, insbesondere in Batch oder Einzelscheiben Polysilizium oder Monosilizium (Epitaxie) Reaktoren (vgl. Anspruch 4). Die Prozeßtemperaturen lassen sich in diesen Reaktoren problemlos im Bereich von 600 - 1200°C variieren. Hohe Gasflüsse im Bereich von z.B. 200 - 1200 sccm/min sind einstellbar.

Bei der Polysiliziumabscheidung auf einem Siliziumwafer verhindert eine Oxidschicht auf dem Wafer gemäß Anspruch 5 die Bildung von einkristallinem Silizium. Zur Förderung der Nukleation kann auf die Oxidschicht zunächst eine dünne LPCVD-Polysiliziumschicht aufgebracht werden (Anspruch 6). Substrate aus Keramik, Quarz oder anderen Materialien sind ebenfalls einsetzbar.

In Weiterbildung des erfindungsgemäßen Verfahrens wird gemäß Anspruch 8 die Leitfähigkeit der Polysiliziumschicht durch Beimischen definierter Mengen von bor- oder phosphor-haltigen Gasen (z.B. Phosphin (PH3)) zum Reaktionsgas eingestellt. Durch diese in-situ Dotierung lassen sich Schichtwiderstände (der Schichtwiderstand in  $\Omega/\square$  ergibt sich durch Integration des Leitwertes über die Tiefe der Polysiliziumschicht) von  $10\Omega/\square$  bis zu einigen  $k\Omega/\square$  erzeugen. Damit wird das Polysiliziummaterial elektrisch leitfähig und somit die Auswertung von bzw. die Ansteuerung mit elektrischen Signalen bei Sensoren und Aktoren möglich.

Zur Erzeugung von hohen Vorspannungen, z.B. zum Versteifen von Membranen, können gemäß Anspruch 9 oberhalb und/oder unterhalb der Polysiliziumschicht weitere Schichten mit hohen inneren Zugspannungen aufgebracht werden.

Das erfindungsgemäße Verfahren wird nachfolgend anhand des Ausführungsbeispiels und der Zeichnungen näher erläutert.

Dabei zeigen:

5

- Figur 1: Spannungswerte (Zugspannung) von Polysiliziumschichten, die bei unterschiedlichen Prozeßtemperaturen bei Unterdruck abgeschieden wurden;
- Figur 2: Spannungswerte von Polysiliziumschichten in Abhängigkeit von der Prozeßtemperatur bei unterschiedlichen Prozeßdruckwerten;
- Figur 3: schematisch einen Prozeßablauf zur Herstellung mikromechanischer Strukturen aus Polysilizium.

Ein Beispiel für unterschiedliche Zugspannungen von Polysiliziumschichten, die mit dem erfindungsgemäßen Verfahren bei Unterdruck (hier: 10,6·10<sup>3</sup> Pa) abgeschieden wurden, ist in Figur 1 dargestellt. Die Abhängigkeit der Spannungswerte von der Prozeßtemperatur T sind deutlich zu erkennen. In einem Temperaturbereich von 940°C bis 1000°C ändern sich die Spannungen von ca. 7,5 MPa bis 3 MPa.

Figur 2 zeigt die Abhängigkeit der inneren Spannungen der erfindungsgemäß abgeschiedenen Polysiliziumschichten von der Prozeßtemperatur (mit durchgezogenen Linien angedeutet) bei zwei unterschiedlichen Einstellungen des Prozeßdruckes. Mit steigender Prozeßtemperatur sinken die Spannungswerte der Polysiliziumschicht sowohl bei Druck- als auch bei Zugspannungen. Bei der Unterdruckabscheidung (10,6·10<sup>3</sup> Pa; mit gefüllten Dreiecken gekennzeichnet) treten betragsmäßig kleine Zugspannungen, bei Normaldruckabscheidung (Atmosphärendruck; mit gefüllten Kreisen gekennzeichnet) dagegen Druckspannungen bis zu 0,1 GPa auf.

Ein Ausführungsbeispiel für die Herstellung eines mikromechanischen Bauelements mit einer freitragenden Struktur aus Polysilizium wird anhand von Figur 3 erläutert.

Ein typischer Schichtaufbau besteht aus einem Siliziumsubstrat mit einer Opferschicht aus Siliziumdioxid (SiO<sub>2</sub>), auf die eine Polysiliziumschicht aufgebracht wird (Figur 3a). Die Polysiliziumschicht mit einer Dicke von 10 μm wird in einem Epitaxie-Batch-Reaktor mit Dichlorsilan (SiH<sub>2</sub>Cl<sub>2</sub>), Siliziumtetrachlorid (SiCl<sub>4</sub>), Trichlorsilan (SiHCl<sub>3</sub>) oder Silan (SiH<sub>4</sub>) als Reaktionsgas bei einem hohen Gasfluß abgeschieden. Zur Erzeugung einer Zugspannung von weniger als 10 MPa in der Polysiliziumschicht erfolgt die Abscheidung bei Unterdruck (ca. 10,6·10<sup>3</sup> Pa) und Prozeßtemperaturen zwischen 960°C und 1040°C. Hierbei stellt sich ebenfalls die notwendige hohe Abscheiderate von

6

ca. 500 nm/min (bei einer Prozeßtemperatur von 1000°C) ein, so daß eine 10 µm dicke Polysiliziumschicht innerhalb von 20 min abgeschieden wird. Diese Polysiliziumschicht wird anschließend photolithographisch mit Trockenätztechnik strukturiert (Figur 3b). Nach einer naßchemischen Ätzung der Opferschicht entstehen so freitragende Strukturen (hier: 10 µm dicke Polysiliziumstege; Figur 3c), die die Spannungswerte der Polysiliziumschicht aufweisen.

Zur Förderung der Nukleation oder zur gezielten Einstellung bestimmter Schichteigenschaften kann das Opferoxid vor der Polysiliziumabscheidung mit einer dünnen CVD-Polysiliziumschicht (Nukleationsschicht) versehen werden.

### **PATENTANSPRÜCHE**

 Verfahren zur Herstellung mikromechanischer Bauelemente mit freistehenden Mikrostrukturen, die unter einer vorgebbaren mechanischen Spannung stehen, bei dem eine Opferschicht auf ein Substrat aufgebracht, auf der Opferschicht eine Polysiliziumschicht in einem Reaktor mittels Gasphasenabscheidung (CVD) abgeschieden und schließlich die Opferschicht zumindest teilweise entfernt wird,

## dadurch gekennzeichnet,

daß die Polysiliziumschicht bei einem Prozeßdruck von mehreren 100 Pa abgeschieden wird, wobei die Art der Schichtspannung der Polysiliziumschicht (d.h. Zug- oder Druckspannung) über die Höhe des Prozeßdruckes und der Betrag der Schichtspannung über die Höhe der Prozeßtemperatur eingestellt werden.

2. Verfahren nach Anspruch 1

# dadurch gekennzeichnet,

daß zur Erzeugung einer Druckspannung in der Schicht der Reaktor bei Atmosphärendruck als Prozeßdurck, und zur Erzeugung einer Zugspannung ein Prozeßdruck im Bereich zwischen 2,7-10³ und 13,3-10³ Pa gewählt wird.

3. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 oder 2,

# dadurch gekennzeichnet,

daß zur Erzeugung einer hohen Schichtspannung eine niedrige Abscheidetemperatur, zur Erzeugung einer geringen Schichtspannung eine hohe Abscheidetemperatur gewählt wird.

Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3,

### dadurch gekennzeichnet,

daß als Reaktor ein Epitaxie-Reaktor oder ein Polysilizium-Einzelscheibensystem eingesetzt wird.

Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4,

#### dadurch gekennzeichnet,

daß als Substrat ein Siliziumwafer mit einer Oxidschicht verwendet wird.

Verfahren nach Anspruch 5,

dadurch gekennzeichnet,

daß auf die Oxidschicht zunächst eine dünne LPCVD-Polysiliziumschicht abgeschieden wird.

7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6.

# dadurch gekennzeichnet,

daß als Reaktionsgas der Gasphasenabscheidung Silan oder Dichlorsilan mit Gasflüssen von 200 - 1200 sccm/min verwendet wird.

8. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7,

# dadurch gekennzeichnet,

daß der elektrische Widerstand der Polysiliziumschicht durch Beimischen definierter Mengen von bor- oder phosphorhaltigen Gasen zum Reaktionsgas eingestellt wird.

9. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 8,

# dadurch gekennzeichnet,

daß oberhalb und/oder unterhalb der Polysiliziumschicht weitere Schichten mit hohen inneren Zugspannungen aufgebracht werden.

10. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 9,

# dadurch gekennzeichnet,

daß Polysiliziumschichten mit Schichtdicken von mehreren  $\mu m$  hergestellt werden.

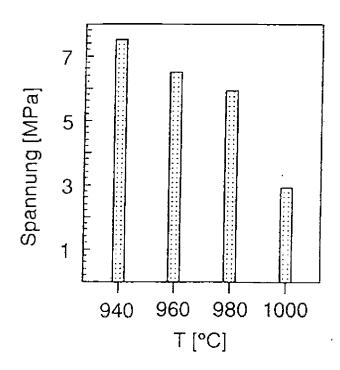
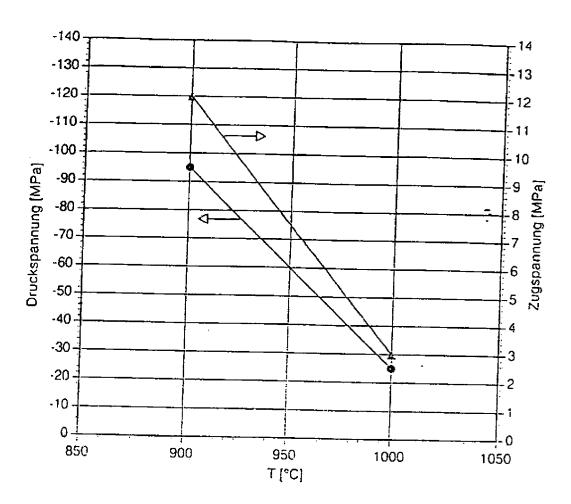
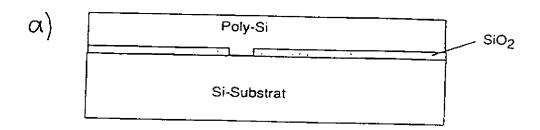
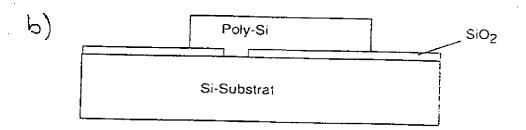


Fig. 1



- Unterdruckabscheidung Normaldruckabscheidung





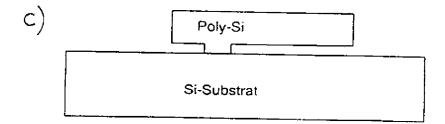


Fig. 3

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Internat · Application No PCT/DE 95/01650

IPC 6	C23C16/44 C23C16/24		
	(100 as het as a lateral des	done and the	
	to International Patent Classification (IPC) or to both national class S SEARCHED	ilication and IPC	
	documentation searched (classification system followed by classifica-	ukon symbols)	
IPC 6	C23C		
Documenta	ation searched other than minimum documentation to the extent that	such documents are included in the fields s	earched
Electronic d	data base consulted during the international search (name of data ba	se and, where practical, search terms used)	
	MENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the	elevant passages	Relevant to claim No.
A	US,A,4 897 360 (GUCKEL HENRY ET January 1990 see claims 1-16	AL) 30	1
A	ELEKTRONIK, vol. 43, no. 19, 20 September 19 page 8 XP 000473199 'ANNOUNCEME		
Furt	her documents are listed in the continuation of box C.	X Patent family members are listed i	n annex.
* Special cal	tegories of cited documents :	"I" later document published after the inte	mational filing date
	ent defining the general state of the art which is not cred to be of particular relevance	or priority date and not in conflict wi cited to understand the principle or th invention	h the application but
'E' earlier :	document but published on or after the international late	"X" document of particular relevance; the cannot be considered povel of cannot.	he considered to
which	ent which may throw doubts on priority claim(s) or is cited to establish the publication date of another	involve an inventive step when the do- 'Y' document of particular relevance; the	cument is taken alone claimed invention
	n or other special reason (as specified) ent referring to an oral discionure, use, exhibition or	cannot be considered to involve an in- document is combined with one or me ments, such combination being obvious	Me other such goon-
"P" docume	areass ant published prior to the international filing date but ass the priority date claimed	in the art. "&" document member of the same patent	
	actual completion of the international search	Date of mailing of the interpational ser	
2:	3 February 1996	08.03.96.	
Name and p	naling address of the ISA	Authorized officer	
	European Patent Office, P.B. \$318 Patentiaan 2 NL - 2280 HV Rigueric Tel. (+ 31-70) 340-3016, Tz. 31 651 epo nl, Fax: (+ 31-70) 340-3016	Flink, E	

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

incormation on patent family members

Interna\* Application No PCT/DE 95/01650

Patent document cited in search report	Publication date	Patent memi		Publication date
US-A-4897360	30-01-90	CA-A-	1315648	06-04-93
		EP-A-	0349633	10-01-90
		JP-B-	7088579	27-09-95
		JP-T-	2502467	09-08-90
		WO-A-	8906045	29-06-89

# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internar es Aktenzeichen
PCT/DE 95/01650

A. KLASSI IPK 6	FIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES C23C16/44 C23C16/24		
Nach der In	ternationalen Patentidassifikation (IPK) oder nach der nationalen Kl	assifikation und der IPK	
	RCHIERTE GEBIETE		·
	ter Mindestpritistoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymb	ole )	
IPK 6	C23C		
Recherchier	te aber micht zum Mindestprufstoff gehörende Veröffentlichungen, so	oweit diese unter die recherchierten Gebiete	fallen
Während de	r internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (N	ame der Datenbank und evil. verwendete	Suchbegriffe)
C. ALS W	ESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angah	e der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	US,A,4 897 360 (GUCKEL HENRY ET 30.Januar 1990 siehe Ansprüche 1-16	AL)	1
A	ELEKTRONIK, Bd. 43, Nr. 19, 20.September 1994 Seite 8 XP 000473199 'ANNOUNCEME	NT'	
	tere Veröffentlichungen und der Fortsetzung von Feld C zu ehrnen	X Siehe Anhang Patentiamslic	
* Besondere 'A' Veröff aber n 'E' ätteres Anme 'L' Veröff	Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen : emischung, die den allgemeinen Stand der Technik defimert, aucht als betonders bedeutsisch anzuschen ist  Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen idedatum veröffentlicht worden un emtlichung, die geetignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft er- matten oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer	T Spätere Veröffentschung, die nach den oder dem Prioritätistatum veröffentlich Anmeldung nacht kollidiert, sondern is Erfindung zugrundelsegenden Prinzips Theorie angegeben ist "X" Veröffentlichung von besonderer Bedekann allem aufgrund dieser Veröffentlichen zugrund dieser Veröffentlichen Tätigheit berühend betra	n vorheitet verstendens des der oder der ihr zugrundeliegenden wung, die beanspruchte Erfindung ichtung nicht als neu oder auf ichtet werden
anders soil or sugge	en im Recherchenbericht genannian Veröffentistnang suiegt werden der die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie Nibrt)	"Y" Veröffendichung von besonderet Bede kann nicht als auf erfinderischer Tätig werden, wenn die Veröffendichung sit Veröffendichungen dieser Kategone is	t einer oder mehreren anderen
'P' Verbiff	enthehung, die sieh auf eine mindliche Offenbarung, lemmanng, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht entlichung, die vor dem internationalen Anmeddelstum, aber nach	Veröffendichungen dieser Kategone is diese Verbindung für einen Fachmann "&" Veröffentlichung, die Mitglied derselb	Distriction or
	eansprachten Prioritätzdatum veröffendicht worden ist Abschlusses der internationalen Recherche	Absendedatum der unternationalen Re-	cherchenberichts
2	3.Februar 1996	08	. 03. 96
Name und	Postanachrift der Internationale Recherchenbehörde	Bevollmächtigter Bedsensteter	
	Europäisches Patenzami, P.B. 5818 Patentiaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+ 31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo ni.	Flink, E	
1	Fax: (+1)-70) 340-3016	· · · · · · · · · · · · · · · · · · ·	

# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veroffentlichunge:., die zur selben Patentfamilie gehoren

Internar 'es Aktenzeichen
PCT/DE 95/01650

Im Recherchenbericht ngeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung
US-A-4897360	30-01-90	CA-A-	1315648	06-04-93
		EP-A-	0349633	10-01-90
		JP-B-	7088579	27-09-95
		JP-T-	2502467	09-08-90
		WO-A-	8906045	29-06-89

Formblett PCT/ISA/218 (Anhang Patenthesille)(Juli 1992)